植物分类学报 23 (5): 336—343 (1985)
Acta Phytotaxonomica Sinica

白头翁属的花粉形态研究

席 以 珍
(中国科学院植物研究所，北京)

摘要 白头翁属 (*Pulsatilla* Mill.) 花粉共有 4 个萌发孔类型: 1. 三沟类型; 2.散沟类型; 3. 散孔类型; 4.二型花粉类型。各类型之间的演化趋势是: 三沟──→散沟──→散孔类型。外壁表面具大、小两型小刺和小穿孔。根据外壁表面小刺的粗细和小穿孔的分布，可将本属分为两个类群,即一类为表面呈波浪状,小刺较粗,基部具垫状隆起,小穿孔分布在隆起之间的低凹处;另一群外壁表面平,刺较细,排列稀,小穿孔均匀分布在花粉的表面上。利用透射电镜观察本属三沟型和散孔型的外壁内部结构是一致的，即都由薄的内层与厚的外层组成。内层在沟和孔下面均加厚,在沟间区和孔间区变薄。外层包括覆盖层、柱状层和基层。

关键词 白头翁属;花粉形态

白头翁属为毛茛科一个中等大小的属。全属约 43 种，主产北温带，我国现有 10 种，主要分布于我国北部、东北和西部,有一种产在西南。

有关毛茛科的花粉形态已有许多研究[4,10],白头翁属的花粉在早期已有过零星报道[2,6,7,11]，近年 K. -L. Huynh[5] 对白头翁属作了比较详细的描述,但没有照片，只有简单的类型图。本文作者用光学显微镜和扫描电镜观察了本属 18 种的花粉形态,并对其代表类型做了超薄切片,用高倍透射电镜观察其内部结构,这里报道其研究结果。

材料和方法

本文研究的大部材料采自我所标本室所藏的腊叶标本，少数材料采自新疆生物土壤沙漠研究所标本室。光学显微镜观察的制片方法采用醋酸酐分解法制片。超薄切片用的材料经过一系列的处理，然后包埋在 Epon 812 包埋剂中。用扫描电镜观察的样品全部未经处理,从雄蕊中取出花粉直接撒在透明的双面胶纸上,然后镀一层金属膜，再进行观察和照相。

观察结果

本属花粉粒一般为长球形、扁球形、球形或近球形。赤道面观为椭圆形或近圆形，极面观为三裂圆形。大小为 (27.8—53.9) × (27.8—41.7) 微米。具三沟，个别种具三沟和二沟的二型萌发孔类型,少数种类具散孔。在三沟类型中，常伴有不同比例的散沟花粉。外壁一般较厚,厚度为 1.8—2.5 微米,层次清楚,内层厚于外层，或厚度相等，有时外层比内层厚,有的种在两极外壁加厚。但用 *P. chinensis* 和 *P. campanella* 的超薄切片在透射电镜下观察表明,本属花粉外壁具备被子植物花粉典型的外壁层次,即外壁内层和外壁外

本文承张金谈同志提出宝贵意见,张秀生同志负责制片,作者谨致谢意。

层。外壁内层为一层均匀的质密的无结构的层次。外壁外层由三层组成：覆盖层，柱状层和基层(详见种的描述)。

1. 紫蕊白头翁 *Pulsatilla kostyczewii* (Korsh.) Juz. (图版 1：4，7；图版 4：1，6，7，11)

花粉粒长球形，有时近球形，极面观为三裂圆形和二裂圆形。大小为 (17.4—27.8) 26.1 × 24.3 (17.4—27.8) 微米。具三沟和二沟两个类型，在光学显微镜下沟很不明显，特征较模糊，经扫描电镜观察，发现沟很细窄，膜不平，边不整齐，经常有龟裂状的小裂缝。本种花粉多数为三沟(大约占 60%)，二沟较少(约占 40%)。从观察判断具二沟的萌发孔类型是本种花粉固有的特征，并非变异。外壁较薄，约为 1.8 微米，层次清楚，内层比外层厚。表面具很细的小刺状纹饰，小刺分布极不均匀，表面具不明显的小穿孔。

凭证标本采自新疆，综合考察队 73-127，花粉编号 11790。

2. 蒙古白头翁 *P. ambigua* Turcz. ex Pritz. (图版 1：1，8；图版4：8—10)

花粉粒球形或扁球形，极面观为三裂圆形。大小为 (27.8—33.0)29.5 × 31.3 (29.5—34.8) 微米。具三沟，沟不明显，长而宽，边不整齐，末端圆，有时尖，具沟膜，膜上有小刺。外壁厚度约为 2.5 微米，外层比内层薄，表面具大小不一的刺状纹饰，刺分布密而不均匀，刺之间有许多小穿孔，形状和大小较一致，但分布没有一定的规律性。

凭证标本采自内蒙古，采集人不详 283，花粉编号 12411。

3. 朝鲜白头翁 *P. cernua* (Thunb.) Bercht. et Opiz. (图版 1：2，12；图版 4：16—18)

花粉粒扁球形或近球形，极面观为三裂圆形。大小为 (27.8—34.8) 31.3 × 33.1 (29.5—34.8) 微米。具三沟，沟不明显，边不平，末端尖或圆，沟膜上具小刺。外壁厚度约为 2 微米，两层，外层厚于内层。表面为不明显的波浪状，小刺基部略升高，但很不明显。

凭证标本采自辽宁凤凰山，朱有昌 174，花粉编号 12408。

4. 白头翁 *P. chinensis* (Bunge) Regel (图版 1：6，9；图版 4：29，30)

花粉粒长球形或近球形，极面观为三裂圆形。大小为 (40.0—48.7)45.5 × 38.4(33.1—40) 微米。三沟宽而长，几达两极，有时在极区汇合，边不平，末端圆，沟膜上具末端较钝的小刺，沟常有变异，有时有具四沟和六散沟的花粉出现。外壁厚度约为 2.5 微米，层次清楚，两层几乎等厚。表面具小刺，小刺大小不一，有时 2—3 粒小刺排列成堆或成行。

本种花粉外壁的超薄切片经过染色以后，在透射电镜下明显反应出两种颜色。外壁分两层，外壁里面颜色较浅的一层为外壁内层，外面颜色较深的为外壁外层。外壁内层较薄，在沟下面明显加厚，在沟间区较薄。外壁外层包括三层：靠近内层的为底层，依次向外为柱状层和覆盖层。基层厚度不均匀，呈块状；柱状层内的小柱稀而长，分布很不均匀，具支持柱和连接柱两种类型，后者多于前者，二者大小几相等；覆盖层和底层厚度等厚，覆盖层表面具小刺和许多小穿孔。

凭证标本采自河北，采集人不详 00058，花粉编号 8360。

5. 兴安白头翁 *P. dahurica* (Fisch.) Spreng. (图版 1：5，11；图版 4：2—5)

花粉粒球形，有时长，有时扁，极面观为三裂圆形。大小为 31.3(27.8—33.1) 微米。具三沟，沟较短而宽，末端圆，边不整齐，膜不平，其上具小刺。沟常有变异类型出现，有时为规则的六散沟。外壁厚度为 1.8—2 微米，两层，内层厚于外层，表面不平，呈沙丘状或波

浪状升高。小刺基部隆起不明显。小穿孔明显,圆形,分布在小刺之间的低凹处,小刺基部有一小块无穿孔区。

凭证标本采自黑龙江,采集人不详 290,花粉编号 12409。

6. 掌叶白头翁 *P. patens* var. *multifida* (Pritz.) S. H. Li et Y. H. Huang (图版 4: 31, 32)

花粉粒长球形,极面观为三裂圆形。大小为 (46.9—53.9)48.7 × 38.3(33.1—41.7) 微米。三沟长,宽度一致,末端尖,具沟膜,膜上具小刺。外壁厚度为 2.5 微米,层次清楚,内层比外层稍厚,在两极外壁加厚。表面具小刺状纹饰。

凭证标本采自新疆,采集人不详 10221,花粉编号 8361。

7. 细叶白头翁 *P. turczaninovii* Kryl. et Serg. (图版 1: 3, 10; 图版 4: 12—15)

花粉粒近球形,少数为长球形,极面观为三裂圆形。大小为 (28.3—38.3) 34.8 × 34.8 (27.8—38.3) 微米。具三沟,沟明显,沟膜上具小瘤,小瘤比外壁表面的纹饰粗,沟长而宽,边整齐,末端较圆。本种沟有变异,有时观察到具六散沟的花粉粒。外壁厚度约为 2.5 微米,内层厚于外层。表面具较粗的小刺,基部具垫状隆起。小穿孔分布很有规律性,均在垫状隆起周围,使小刺基部呈现出明显的无穿孔区,而且这些无穿孔区的大小基本上是相等的,小穿孔为圆形,个别的形状不规则,大小相等。

凭证标本采自满州里, J. Sato 3083, 花粉编号 12407。

8. 淡黄白头翁 *P. flavescens* (Zacc.) Jub. (图版 2: 7, 9)

花粉粒球形。大小为 41.8 (38.3—45.4) 微米。正常花粉具三沟,但大部分萌发孔都有变异,多数变成六散沟,这种变异的萌发孔与正常的六散沟型没有区别。还有不少花粉为不规则的散沟型,也就是既具三沟特点,又具散沟特点,属于三沟演化到散沟的过渡特征。还有少量的花粉有发展成散孔的特征。沟膜上的刺粗而密。外壁厚度约为 2.5 微米,两层,内层厚于外层。表面具细而稀的小刺,刺基部不具隆起。小穿孔圆形,均匀地分布在花粉的表面上。

凭证标本采自苏联,采集人不详无号,花粉编号 12566。

9. 大白头翁 *P. grandis* Wender (图版 2: 1; 图版 3: 7)

花粉粒近球形,极面观为三裂圆形。大小为 (34.8—46.9) 41.7 × 40.0 (34.8—41.7) 微米。具三沟,沟长而宽,几达两极,沟两端圆,具沟膜,膜的两边外壁变薄并下陷,使沟膜呈带状,明显突出于轮廓,膜上具小刺。外壁厚度约 2.5 微米,两层厚度相等,表面的小刺细而稀,分布比较均匀,基部不具垫状隆起。小穿孔细而不明显,均匀分布在表面上,刺基部没有一块无穴区。

凭证标本采自匈牙利,采集人不详无号,花粉编号 12562。

10. 宽叶白头翁 *P. latifolia* Rupr. (图版 2: 4, 12)

花粉粒一般为长球形或近球形,极面观为三裂圆形。大小为 (34.8—43.5) 40.0 × 34.8 (26.1—36.5) 微米。具三沟,沟变异较多,多数变为六散沟或排列不整齐。典型的三沟常较长,细窄,但有时也较宽。外壁厚度约为 2.5 微米,两层,外层厚于内层,表面具稀的小刺,刺较粗短,排列不匀,但大小比较一致,刺的基部和刺之间具许多小穿孔,小穿孔圆形或不规则。

凭证标本采自苏联乌克兰，采集人不详无号，花粉编号 12559。

11. 山地白头翁 *P. montana* (Hoppe) Rchb. （图版 2：3, 11）

花粉球形，少数近长球形，极面观为三裂圆形。大小为 36.5 (34.8—38.3) 微米。具三沟，沟膜上具小刺。外壁厚度约为 2 微米，内外层厚度几乎相等或内层稍厚于外层。表面的小刺细而尖，分布比较均匀，有时两颗刺靠在一起，基部不隆起。小穿孔圆形或稍长，均匀分布在花粉表面上。

凭证标本采自匈牙利，采集人不详 2552，花粉编号 12564。

12. 黑白头翁 *P. nigricans* Storck （图版 2：8；图版 3：1）

花粉粒近扁球形，极面观为三裂圆形。大小为 (26.1—29.6) 27.8 × 29.6 (26.1—31.3) 微米。具三沟，沟宽，末端圆，沟膜明显，具小刺，较粗。外壁厚度约为 2 微米，两层厚度相等，表面的刺较细长。小穿孔细而不明显，均匀分布在花粉表面上。

凭证标本采自匈牙利，采集人不详 2551，花粉编号 12563。

13. 肾叶白头翁 *P. patens* (L.) Mill. （图版 2：2；图版 3：4）

花粉粒长球形，极面观为三裂圆形。大小约为 32.2 × 23.3 微米。具三沟，但经常出现变异类型，一般都变为六散沟。外壁表面具小刺状纹饰，小刺细，粗细不一。小穿孔圆形或椭圆形，大小不一致，均匀分布在花粉的表面上。

凭证标本采自瑞典，采集人不详 26034，花粉编号 12561。

14. 春白头翁 *P. vernalis* (L.) Mill. （图版 2：5）

花粉粒为长球形或近球形，极面观为三裂圆形。大小为 (32.2—34.8) 33.1 × 29.5 (26.1—33.1) 微米。具三沟，沟较长，末端尖，常变异，有时在一极延伸形成合沟，具沟膜，膜上具比外壁表面略粗的小刺。外壁厚度约为 1.8 微米，内外层厚度相等。表面的小刺分布密而不匀，小穿孔均匀分布在花粉表面上。

凭证标本采自匈牙利，采集人不详 2085，花粉编号 12560。

15. 欧洲白头翁 *P. vulgaris* Beck. （图版 2：6, 10）

花粉粒近长球形，极面观为三裂圆形。大小为 (27.8—31.3) 29.6 × 26.1 (24.3—29.6) 微米。具三沟，沟长，中部宽，两端变窄，末端稍圆。外壁厚度约为 2 微米，表面稍不平，呈微波浪状，小刺分布很不均匀，小穿孔圆形，多而密。

凭证标本采自保加利亚。采集人不详无采集号，花粉编号 12.565。

16. 钟萼白头翁 *P. campanella* Fisch. （图版 3：5, 6；图版4：21—23；图版 5：5, 6）

花粉粒球形。大小为 33.1 (29.6—34.8) 微米。具 8—12 个散孔，具孔膜，膜有小刺，比表面的小刺粗，刺基部膨大呈球状，末端尖而短。外壁厚度约为 1.8 微米，层次不明显。表面具小刺，分布较稀不均匀，基部具垫状隆起。小穿孔分布在刺之间的低凹处，形状一般为圆形或椭圆形，大小不一致，分布均匀。

本种超薄切片特征与 *P. chinensis* 种大致相同，在孔间区的内层很薄，在孔下面内层仍显出略为加厚。柱状层内小柱的高度不等，故外壁厚度常常厚薄不均匀。

凭证标本采自新疆，周太炎 650808，花粉编号 12405。

17. 西南白头翁 *P. millefolium* (Hemsl. et Wils) ulbr. （图版 3：2, 3；图版 4：19, 20）

花粉粒球形。大小为 31.3 (27.8—34.8) 微米。具散孔、孔圆形，不明显，在孔处外壁

变薄，但下陷很不明显，加上孔膜盖住，故边缘较模糊，孔膜上具较粗的小刺。外壁厚度约为 1.8 微米，两层，内层比外层厚或层次不清楚。表面具大小两种小刺，基部稍隆起；小穿孔圆形，多而明显，刺基部的无穿孔区较小。

凭证标本采自四川，应俊生，3891。花粉编号 12406。

18. 黄花白头翁 *P. sukaczevii* Juz. （图版 3：8，9；图版 4：24—28）

花粉粒球形。大小为 33.0(29.5—36.5) 微米。具散孔，孔形状经常不规则，少数为圆形，界限清楚，多数为螺旋状萌发孔，有时在同一个花粉粒上看到半个花粉具散孔，半个花粉为螺旋状萌发孔（如图版 4，图 24，25 为同一粒花粉的两个部位，图 24 表示螺旋状萌发孔，图 25 为散孔），还可观察到在长形萌发孔的某一个部位变细断开的过程，把一个沟状萌发孔分成两个孔。具孔膜，膜上有数量不等的小刺。外壁厚度约为 1.8 微米，层次不明显，表面具较密的小刺状纹饰，小刺分布不均匀，基部隆起不明显，小穿孔圆形，数量稀少，分布不均匀。

凭证标本采自内蒙古，采集人不详，无号花粉编号 12410。

讨 论 与 结 论

（一）白头翁属花粉的萌发孔类型

根据我们的观察以及汇集有关文献报道，按其萌发孔不同，本属可分为下列几个类型。

1. 二型花粉类型。本类型花粉具三沟和二沟两种类型，只有紫蕊白头翁才具这种特征。这种花粉在 K.-L. Huynh (1970)[5] 的文章中也曾提到，但他是放在三沟类型中，而未提到二沟类型。根据我们观察，本种具二沟的花粉是固定的特征，并非像三沟中出现的那种变异的散沟型。

2. 三沟类型：这是白头翁属的主体，在我们观察的 18 种中有 14 种花粉具三沟，它们是 *P. cernua*, *P. chinensis*, *P. dahurica*, *P. ambigua*, *P. grandis*, *P. flavescens*, *P. montana*, *P. patens*, *P. patens* var. *multifida*, *P. nigricans*, *P. turczaninovii*, *P. vernalis*, *P. vurlgaris* 和 *P. latifolia* 等 14 种。

3. 散沟类型：本类型的植物不分布于我国，主要产在欧洲。但根据文献报道，本属具散沟的种类有 *P. nipponica*[6], *P. tarao*, *P. alpina*, *P. alba* 和 *P. aurea*[5,7]。

4. 散孔类型：本文观察的材料中有三种花粉具散孔类型，即为 *P. campanella*, *P. millefolium* 和 *P. sukaczevii* 等。根据孔的来源不同，该类型又可分为两个亚类型：

（1）由散沟演化来的散孔类型：包括 *P. campanella* 和 *P. millefollum* 2 种。

（2）由螺旋状萌发孔演化来的散孔类型：这个类型只有 *P. sukaczevii* 一种。

（二）各类型之间的关系：

三沟类型是本属的主要类型，也是原始类型。由此产生若干派生类型。特别是在三沟类型中常常观察到变异的萌发孔，即散沟类型。在我们观察的 14 种三沟花粉中，有六种都有不同程度的变异。如具三沟的 *P. chinensis* 常出现六散沟型花粉。*P. vernalis* 有时三条沟在一极延长达极区，形成合沟，而另一极不伸长。*P. flavescens* 中的变异类型，大大超过了正常的三沟花粉，绝大多数为不太规则的散沟花粉。*P. dahurica* 有少数具散沟的

花粉。*P. latifolia* 也有具散沟的。*P. turczaninovii* 等都有不同程度的变异。Wodehouse (1936) 在毛茛科的花粉形态一文中，也提到上述类似情况，即在 *P. alpina* 的三沟花粉中出现 6—12 条散沟类型。Kumazawa (1936) 在毛茛科、木通科和小檗科花粉一文中观察到，在具三沟型的 *P. cernua* 中有变异的萌发孔类型。K.-L. Huynh (1970) 也提到 *P. occidentalis* 的三沟型中有少量的变异散沟与真散沟型花粉很类似。上述情况表明，在白头翁属的三沟型中出现散沟型是很普遍的。大量事实证明了三沟花粉可以直接演化为散沟花粉类型。

白头翁属大部分种分布在欧洲，我国只有 10 种左右，其中大多数种为三沟型。在那些具典型的三沟花粉中，经常出现数量不等的 6—15 条散沟型花粉。而且在这些变异的类型中多数为六散沟型。这些种类显然是三沟型演化为散沟型的过渡种。上述变异类型虽然如此明显，但在我国白头翁属中却没有散沟类型存在，那末，散孔类型又是如何演化来的？我们认为可能有两个途径：一个可能由三沟直接演化成散孔，事实上我们在三沟中有时观察到有类似于散孔的花粉。另一个可能，也许是由欧洲种或其他属演化来。

P. sukaczevii 的散孔型与本属的几个类型似乎没有什么关系，根据花粉特征分析，它是由螺旋状萌发孔演化而来。因为：(1) 孔的数目与形状都与 *P. campanella* 等的花粉明显不同。(2) 有时在有些花粉上可以看到较长的沟状萌发孔的某一部位变细，沟边正在愈合，这表明孔正在形成。(3) 最重要的一点，就是在同一个花粉上同时观察到半个花粉具散孔，半个花粉具螺旋状萌发孔的特征。鉴于这些理由，我们推测黄花白头翁的散孔是由螺旋状萌发孔演化来的。这个类型与本属其他几个萌发孔类型没有亲缘关系。螺旋状萌发孔在银莲花属[3]和毛茛属[9]中都存在，但是否与白头翁属的黄花白头翁有关系，有待进一步研究。

至于具三沟和二沟的紫蕊白头翁，其花粉体积小，三沟约占总数的 60%，二沟约占 40%。这样的二型花粉不但在毛茛科中较少，就是在被子植物中也比较特殊。它在系统发育上的意义有待进一步研究。

(三) 表面纹饰：

根据花粉外壁表面小刺的粗细、排列的疏密，以及小穿孔的分布等可将本属植物分为两个类群，一群为花粉表面不平，具波浪状升高。刺较粗，排列较稀，基部具垫状隆起。小穿孔集中分布在隆起之间的低凹处，小刺周围有一块无穿孔区。另一群为外壁表面平。刺较细，排列较稀，基部不具垫状隆起。小穿孔均匀分布在花粉表面，刺周围没有无穿孔区。具前一群花粉特征的植物种类基本上都分布在亚洲。后一群所包括的种类一般分布在欧洲。上述两种类群的特征，是否与植物的地理分布有关系，还有待于观察更多的标本。

(四) 外壁的内部结构：

我们用透射电镜观察了具三沟的 *P. chinensis* 和具散孔的 *P. campanella* 两种花粉外壁的内部结构。两种类型的超微结构基本上相同，都具备被子植物花粉外壁完整的外壁层次，即由薄的外壁内层和厚的外壁外层所组成。内层在沟和孔下面明显加厚，在沟间区变薄。J. W. Nowicke 和 J. J. Skvarla (1980)[8] 观察了银莲花属具散孔的 *Anemone coronaria* 的外壁超薄切片，他发现外壁内层在孔下面不加厚，与孔间区的厚度是相等的。由此说明了白头翁属与银莲花属外壁内层的特征是不同的。

（五）白头翁属花粉与银莲花属的比较

白头翁属是从银莲花属中分离出来的，它们的花粉形态十分类似，甚至在光学显微镜下很难区别，这说明了两属之间的关系十分密切。但在扫描电镜下，两个属的区别是清楚的，白头翁属花粉外壁表面小刺的基部具垫状隆起，圆形小穿孔分布有一定的规律性，小刺基部有一块无穿孔区。银莲花属表面的小刺基部不具垫状隆起。小穿孔的形状不一，比较模糊，分布没有规律(根据作者未发表的资料)。

（六）本属花粉形态与植物分类的关系

《中国植物志》第二十八卷[1]对我国白头翁属的分类安排，与本文所观察的资料基本上是一致的。植物志根据紫蕊白头翁无退化雄蕊而单独成立一个亚属，即紫蕊白头翁亚属。有退化雄蕊为另一亚属，即白头翁亚属。前一亚属表现在花粉形态上也是特殊的，具二型花粉(三沟和二沟)。后一亚属包括 9 个种，两个花粉类型。按植物志的排列顺序，从白头翁到蒙古白头翁之间的全部花粉均具三沟。从钟萼白头翁开始，到西南白头翁止，基本上具散孔。这个资料说明花粉形态与本属的植物分类基本上是一致的。但是钟萼白头翁和黄花白翁两个种的花粉均为散孔类型，然而在这两种之间的细叶白头翁花粉确是三沟类型。因此根据花粉形态资料，笔者认为将细叶白头翁移到钟萼白头翁前面的位置比较合适。

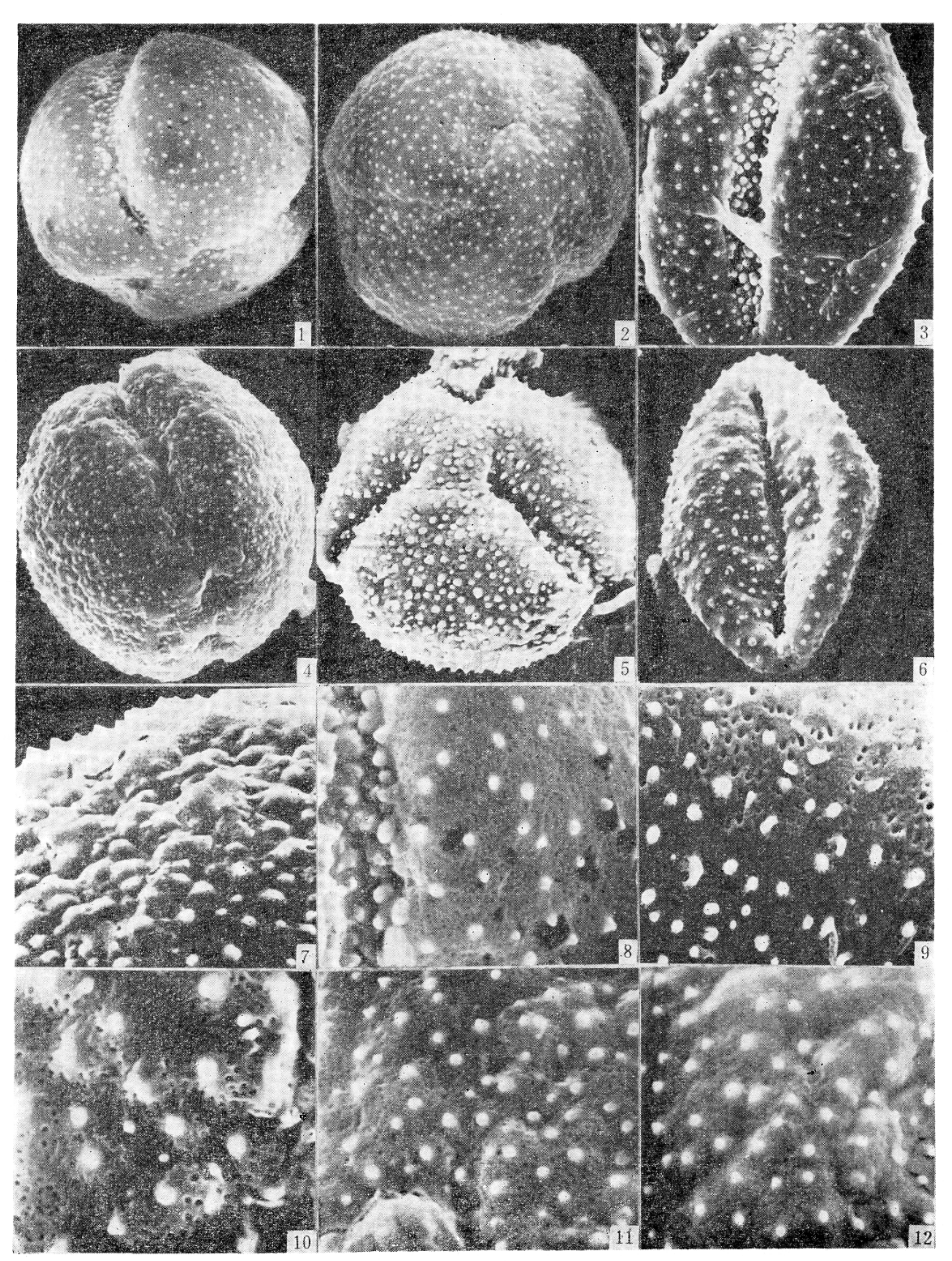
参 考 文 献

[1] 中国科学院中国植物志编委会，1980：中国植物志，第二十八卷，科学出版社，1—27 页。
[2] 中国科学院植物研究所形态室孢粉组，1960：中国植物花粉形态，科学出版社，203—210页。
[3] 席以珍、张金谈，1964：银莲花属花粉形态的研究，植物学报 **12** (1)：19—29 页。
[4] 席以珍，1973：唐松草属花粉形态的研究，植物学报 **15** (2)：155—159 页。
[5] Huynh, K.-L., 1970b: Le pollen et la systematique du genre Pulsatilla. *Bot. Jb.* **89**: 584—607.
[6] Ikuse M., 1956: Pollen grains of Japan. Hirokawa publ. Co. Tokyo.
[7] Kumazawa, M., 1936: Pollen grains morphology in Ranunculaceae, Lardizabalaceae and Berberidaceae. *Jap. J. Bot.* **8**(1): 19—47.
[8] Nowicke, J. W. and Skvarla, J. J., 1980: Pollen morphology: the potential influence in higher order systematies. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **66**: 633—700.
[9] Thawatchai Santisuk, 1979: A palynological study of the tribe Ranunculeae (Ranunculaceae). *Opera Botanica* **48**: 1—74.
[10] Vishnu-Mittre and Sharma, B. D., 1963: Studies of Indian Pollen grains 2. Ranuculaceae. *Pollen et Spores*, **5**(2): 285—296.
[11] Wodehouse, R. P., 1936: Pollen grains in the identification and Classification of plants. *Bulletin of the Torrey Bot. Club,* **63**(9): 495—514.

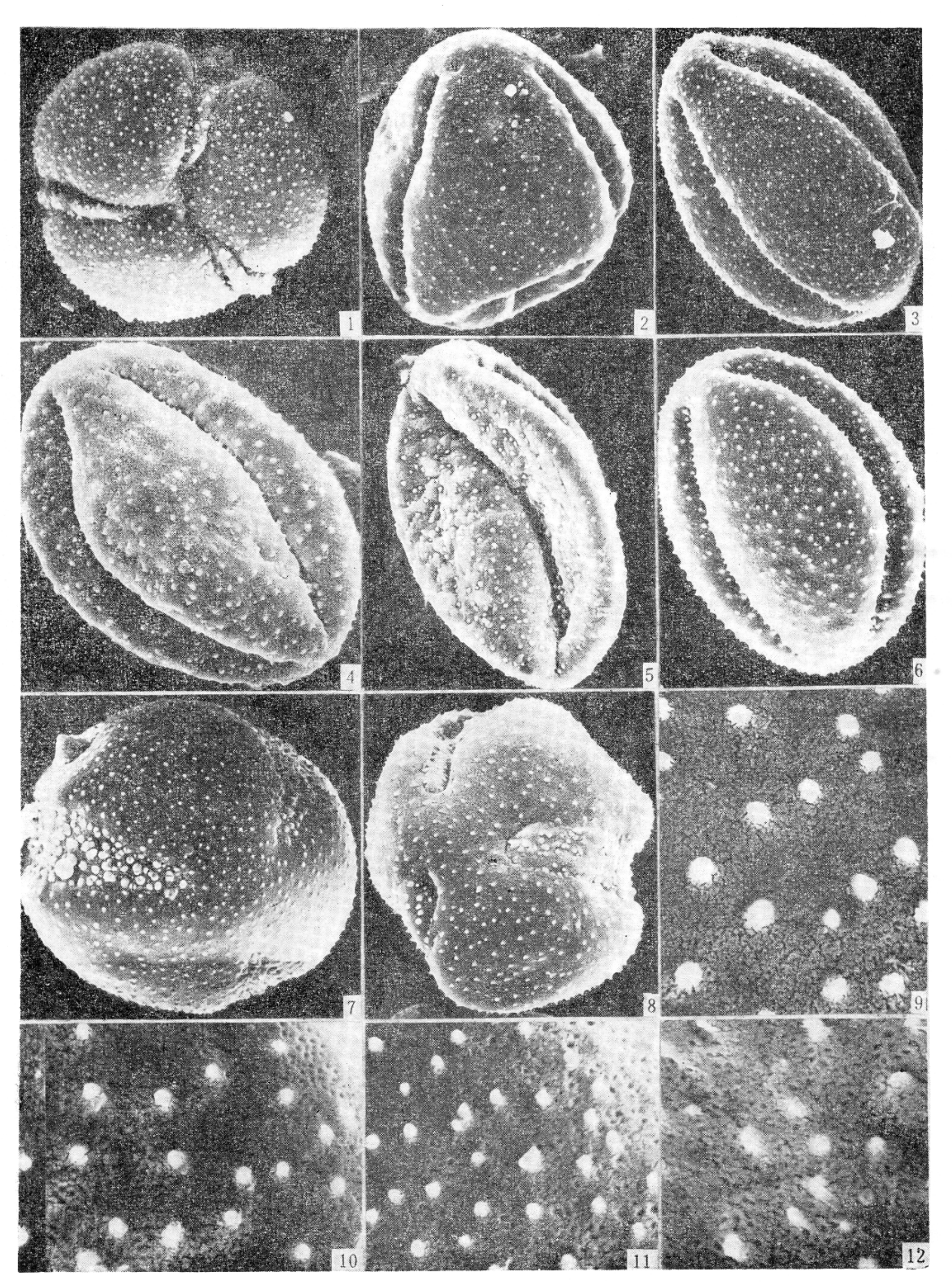
STUDIES ON POLLEN MORPHOLOGY OF PULSATILLA MILL.

XI YI-ZHEN
(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing)

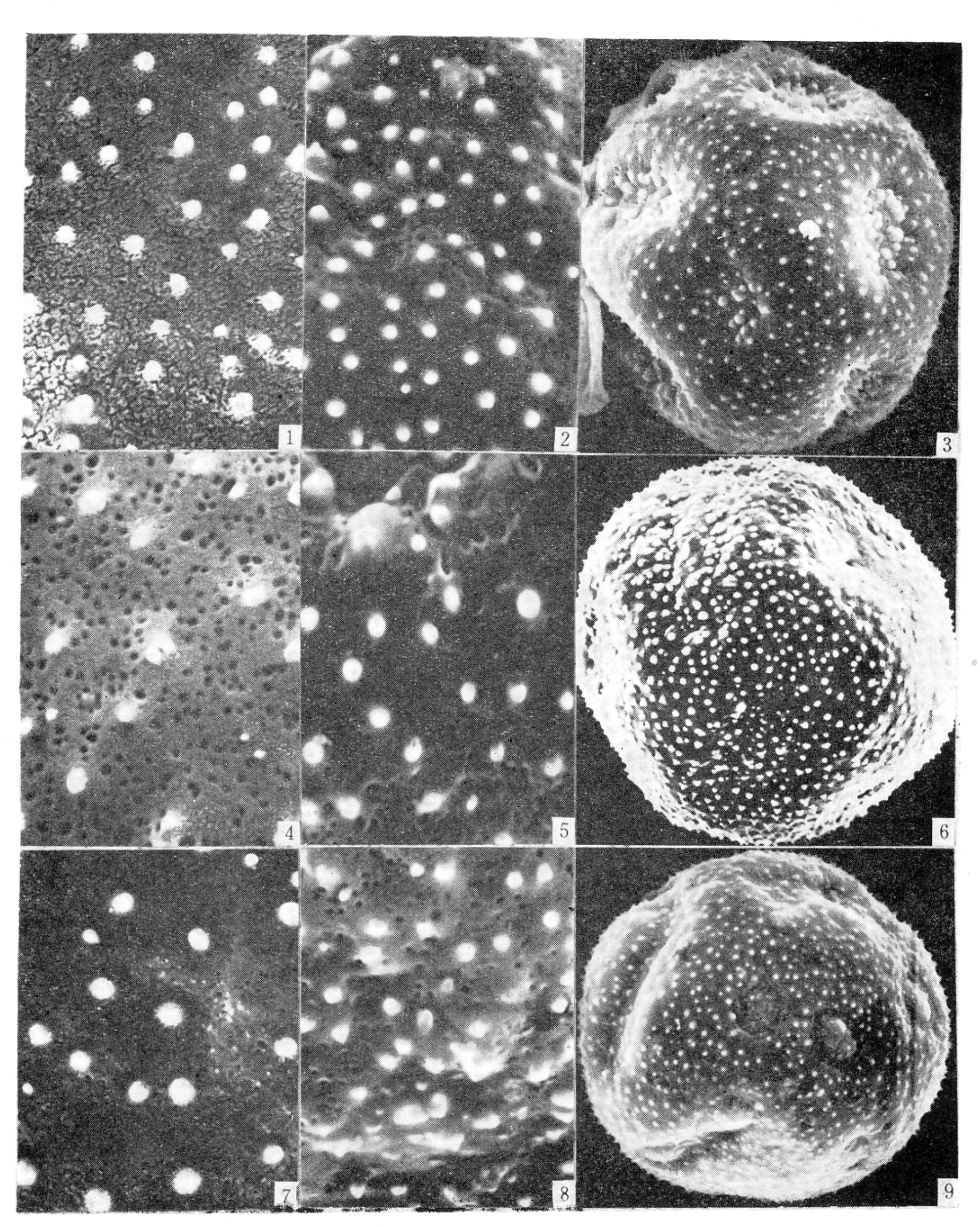
Abstract Pollen grains of 18 species of *Pulsatilla* in Ranunculaceae distributed in Asia and Europe were examined by LM and SEM, and exine ultrastructure of tricolpate pollen grains of *P. chinensis* and of pantoporate pollen grains of *P. campanella* was examined by TEM. *Pulsatilla* pollen is divided into four major types based on the aperture character, i.e. tricolpate, di- and tricolpate, pantocolpate and pantoporate. The revolutionary trend of pollen types is as follows: tricolpate→pantocolpate→pantoporate. Surface spinulate and perforate. According to density and size of spinulae and distribution of perforation, the pollen grains of the genus can be divided into two groups. Thin sections of *P. chinensis* and *P. campanella* show endexine thickened at colpi and ora. Ektexine consists of a foot layer, a collumellae layer and a continuous, perforate tectum. The columallae layer is thicker than foot layer and tectum. Pollen morphology of *Pulsatilla* is similar to that of *Anemone*, but different in the distribution of spinules and perforation. Pollen information supports Wang's view about systematic arrangment of species of *Pulsatilla* in China.
Key words *Pulsatilla,* Pollen morphology



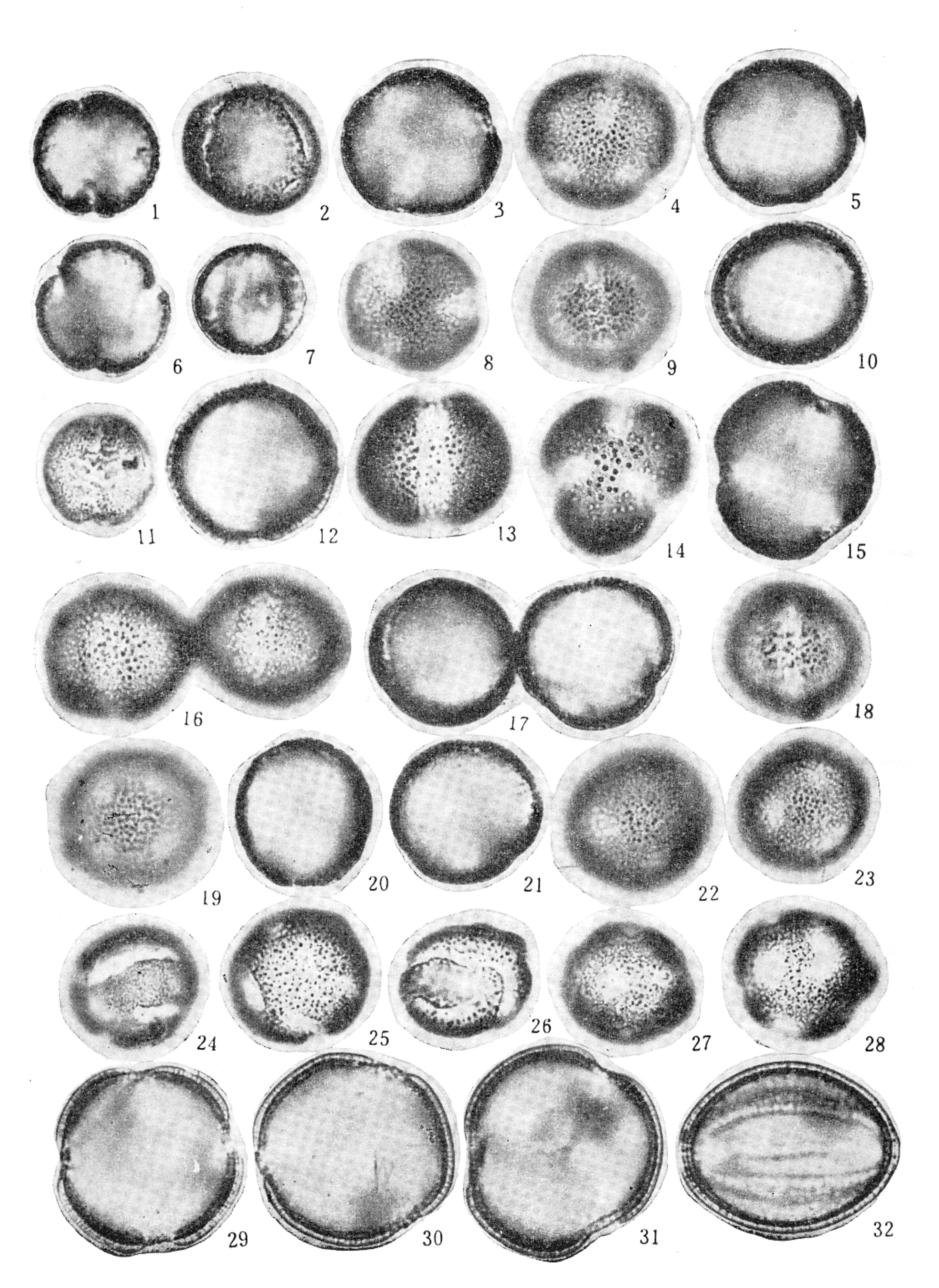
1,8. *Pulsatilla ambigua* 1.×1900, 8.×6700; 2,12. *P. cernua* 2.×1900, 12.×6700; 3,10. *P. turczaninovii* 3.×2000, 10.×6700; 4,7. *P. kostyczewii* 4.×2000, 7.×6700; 5,11. *P. dahurica* 5.×2300, 11.×6700; 6,9. *P. chinensis* 6.×1800,9. ×6700.



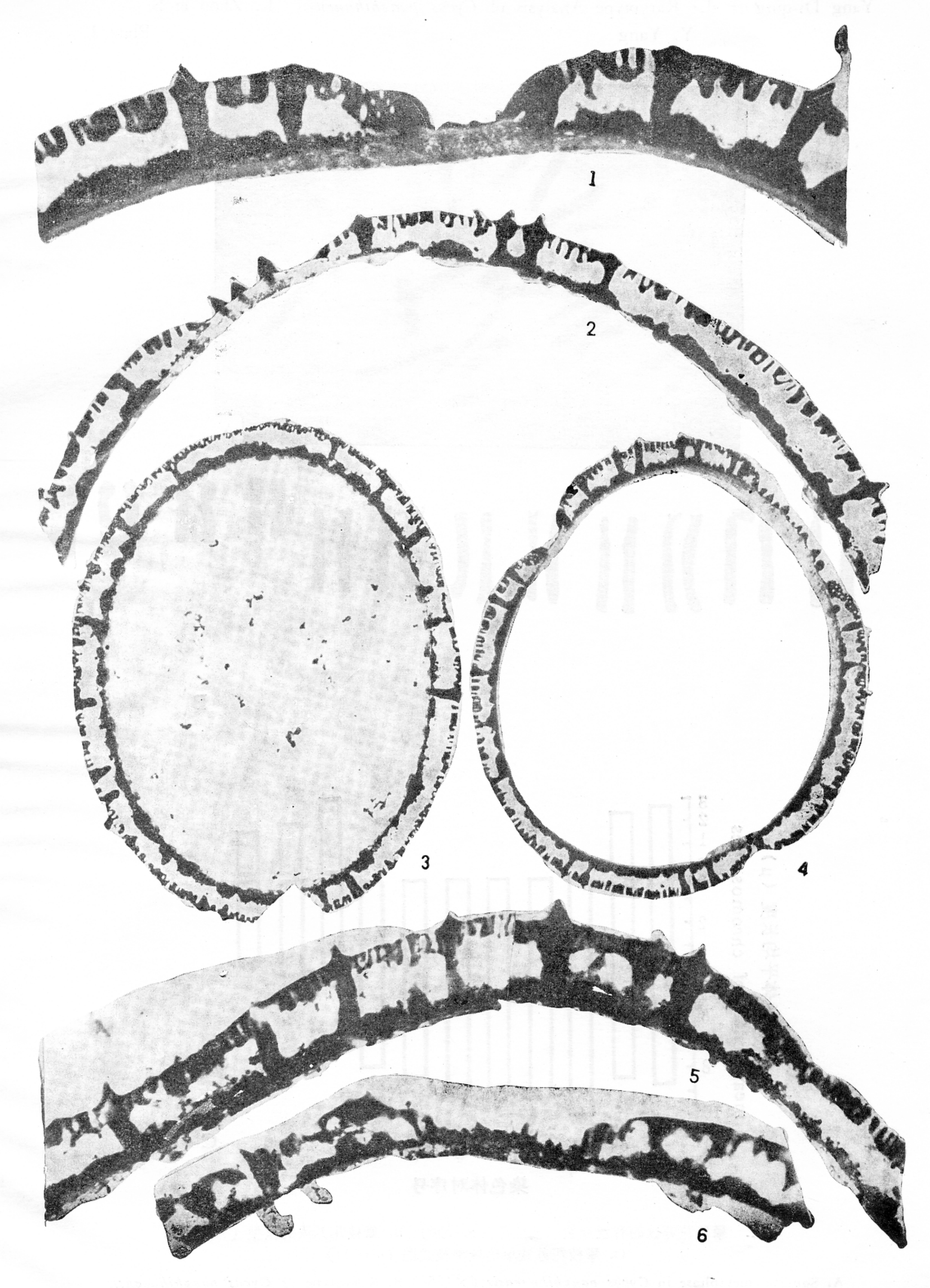
1. *Pulsatilla grandis* ×1700; 2. *P. patens* ×1500; 3,11. *P. montana* 3.×1700 11.×6700; 4,12. *P. latifolia* 4.×1700 12.×6700; 5. *P. vernalis* ×1700; 6,10. *P. vulgaris* 6. ×1700 10.×6700; 7,9. *P. flavescens* 7.×1300 8.×6700; 8. *P. nigricans* 8.×1700.



1. *Pulsatilla nigricans* ×6700; 2, 3. *P. millefolium* 2.×6700, 3.×2000; 4. *P. patens* ×6700; 5,6. *P. campanella* 5.×6700, 6.×2000; 7. *P. grandis* ×6700; 8,9. *P. sukazevii* 8.×6700, 9. 2000.



1, 6, 7, 11. *Pulsatilla kostyczewii*; 2—5. *P. dahurica*; 8—10. *P. ambigua*; 12—15. *P. turczaninovii*; 16—18. *P. cernua*; 19,20. *P. millefolium*; 21—23. *P. campanella*; 24—28. *P. sukaczevii*; 29,30. *P. chinensis*; 31,32. *P. patens* var. *multifida* 1—32.×900.



1—4. *Pulsatilla chinensis* 1.×8000, 2.×5000, 3,4.×2000; 5,6. *P. campanella* 5,6.×7000.